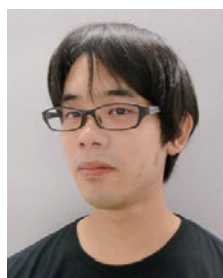




抱擁型生命感サイバネティックアバター（CA）の研究開発



株式会社国際電気通信基礎技術研究所
深層インタラクション総合研究所
インタラクション科学研究所
エージェントインタラクションデザイン
研究室 研究員

おおにし ゆうや
大西 裕也



株式会社国際電気通信基礎技術研究所
深層インタラクション総合研究所
インタラクション科学研究所
エージェントインタラクションデザイン
研究室 室長

しおみ まさひろ
塩見 昌裕

1. はじめに

サイバネティックアバター（Cybernetic Avatar: CA）とは、遠隔地にいる人がロボットなどの実体を持つアバターや、仮想空間上のアバターを通じて活動し、自身の分身として社会参加できる技術である^[1]。CAの特徴は、移動や身体的制約を超えて働く・学ぶ・交流するといった多様な活動を可能にすることであり、教育・医療・福祉・エンターテインメントなど幅広い分野で応用が期待されている。このCA技術を更に発展させる上で、人が本来持つ身体性をどのように再現し、遠隔地でも自然な関わり合いを届けられるかは重要な研究課題となっている。

ロボットをCAとして利用する利点に、遠隔地においても身体的な触れ合いを再現できる点が挙げられる。触れ合いは、人が安心感を得たり、ストレスの高まりを抑えたりするために重要な役割を果たす。中でも抱擁は、多くの身体の部位が接触するため、より強い親密さやぬくもりを感じられる触れ合いとして知られている。このような触れ合いを遠隔環境でも活用できれば、人が直接会うことがなくても心理的な支えとなるコミュニケーションを届けることが期待できる。我々は、日常生活で人に寄り添いながら支援できる抱擁型生命感CA（抱擁という身体的インタラクションを能動的かつ生命感のある形で再現し、対話支援と統合することを目的としたサイバネティックアバター）の研究開発に取り組んでいる。

この技術は、対人コミュニケーションに不安や緊張を抱えやすい人々にとって、大きな助けとなる可能性がある。その代表例が、自閉スペクトラム症（Autism Spectrum Disorder: ASD）を持つ人々である。ASDの人々は、感覚の過敏さ、感情表現の難しさを背景に、初対面の相手や、慣れない環境下での対話に強い緊張や不安を感じやすい特性を持つ。また、自分の気持ちを表現したり、相手の言葉を理解したりする際に負荷がかかりやすく、対話そのものが心理的な

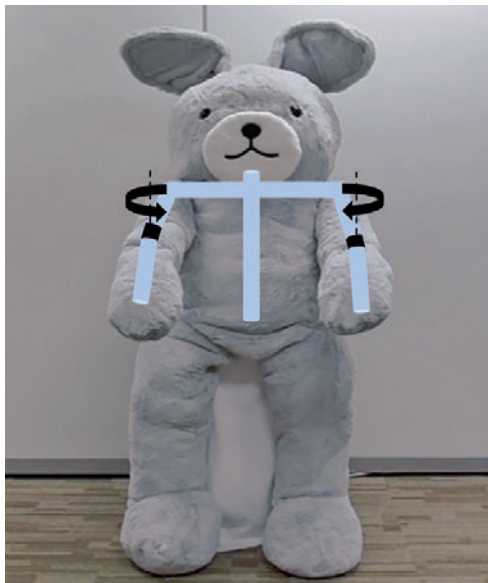
負担になる場合も少なくない。このような難しさから、悩みを一人で抱えやすく、カウンセリングなどの心理的支援を必要とする場面が多い。しかし、対面でのカウンセリング自体がストレスになり、緊張によってうまく話せなかったり、対話に集中できなかったりすることも報告されている。したがって、ASDの人々が安心して相談に臨める環境づくりが必要とされている。

ASDの人々の中には、深い圧力や一定の触れ合い刺激が気持ちを落ち着かせる場合があることが知られている。しかし、実際の対面カウンセリングにおいて、ハラスメントの問題が生じる可能性があることから、カウンセラーが利用者に触れる行為は難しいとされている。そのため、触れ合いによる安心感と対話支援と両立させる方法が求められてきた。これまでの研究では、深圧刺激を与えるハグマシーン（hug machine: hug box, squeeze machine, squeeze boxとも呼ばれる）が、ASDの人々の不安を軽減し、心を落ち着かせる効果を持つことが示されてきた。しかし、これらの装置はあくまで圧力を提供するものであり、利用者とカウンセラーの間で会話を交わしながら心理的サポートを行うようなインタラクションは含まれていない。つまり、身体的な安心感と、カウンセリングに必要なコミュニケーションの両方を同時に提供する仕組みは十分に整っていない状況である。

このような課題を踏まえ、ASDの人々に対して、身体的・会話的インタラクションを統合した抱擁型生命感CA「Moffuly-MS（モフリーエムエス）」（図1）の導入に取り組んできた^[2]。このロボットは、身長200cm、腕の長さ110cmのぬいぐるみ型ロボットであり、柔らかい外装と大きな身体サイズによって安心感のある抱擁を実現している。内部の骨組みと肘関節にサーボモーターによって、腕の開閉とトントンと軽く叩く動作を可能としている。抱擁がもたらす落ち着きと、対話がもたらす理解や共感を組み合わせることで、新しい



支援体験を生み出せる可能性がある。加えて、ロボットを介することで、人同士では難しい触れ合いを安全かつ倫理的に提供できるという利点もある。本稿では、抱擁型生命感CAを用いた取組みを2つ紹介する。



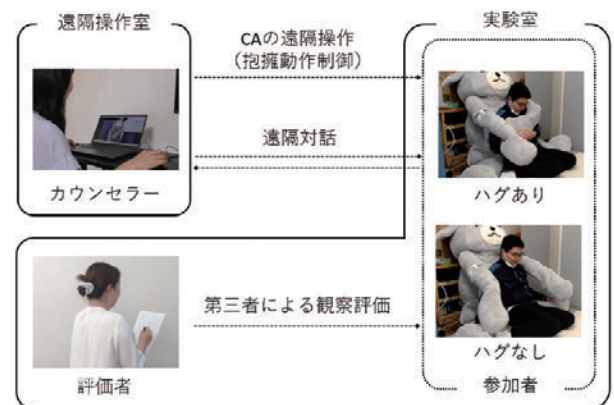
■図1. 抱擁型生命感CA「Moffuly-MS」

2. 抱擁型生命感CAを用いた遠隔カウンセリング

1つ目の取組みは、Moffuly-MSを用いた遠隔カウンセリングである^[3]。遠隔地にいるオペレータ（カウンセラー）がロボットを操作し、抱擁しながらASDの人々にカウンセリングをする新しい支援の形である。ハグの形式は、正面からではなく後ろから腕を回す方式を採用した。後ろから抱擁することにより、椅子にもたれかかるような自然な姿勢で対話を続けることができ、参加者がよりリラックスした状態を保つことを可能とした。

本取組みの構成を図2に示す。オペレータは、実験室とは別の部屋に配置し、ロボットを操作した。また、ロボット内部のマイクとスピーカー、実験室に設置したウェブカメラを通じて利用者と対話し、状況を確認しながら遠隔カウンセリングを行った。

本取組みでは、遠隔カウンセリングにおける会話的インタラクションと身体的インタラクションの効果を比較するため、①会話（カジュアル／プライベート）と②抱擁（ハグあり／ハグなし）の2つの要因を組み合わせた被験者内計画を採用した。カジュアル条件では、好きな場所や好きな色、天気といった日常的な話題で対話を行った。一方、プライベート条件では、参加者の長所や短所、悩みといった、個



■図2. システム構成

人的な話題を扱った。つまり、参加者は社会的ストレスが比較的小さいカジュアルな会話と、社会的ストレスが比較的多いプライベートな会話を行ったことになる。ハグあり条件では、前述のMoffuly-MSによる抱擁を提供し、ハグなし条件ではロボットの腕を静止させた。

心理的負荷の評価には、皮膚電気活動（electrodermal activity：EDA）を用いた。EDAは、発汗に伴う皮膚コンダクタンスを計測する生理指標であり、ポジティブな興奮やネガティブなストレスなど、情動の高まるほどEDAの値が高くなることが知られている。また、実験室内には第三者である評価者を配置し、表情や姿勢など、外部から見た落ち着きや緊張を行動指標として記録した。

検証の結果、ハグなし条件においては、プライベートな会話のEDA値がカジュアルな会話よりも有意に増加した。これは、個人的な話題がストレスを高めた可能性を示している。一方、ハグあり条件では、カジュアルな会話とプライベートな会話の間に有意な差は見られず、抱擁が緊張の高まりを抑えた可能性がある。また、第三者の評価による行動観察の結果でも、ハグあり条件で落ち着きが強く評価され、身体のコわばりや表情の硬さが軽減される傾向が確認された。これらの結果から、抱擁型生命感CAによる触れ合いを伴う遠隔カウンセリングは、支援を必要とする人々の緊張を和らげ、より安定した心理状態で対話に臨める環境づくりに寄与することが明らかとなった。

3. 抱擁型生命感CAを用いた友情の促進

2つ目の取組みは、ASDの人々が友人関係を築く際に直面しがちな困難さに着目し、Moffuly-MSを用いた双方向の触れ合い体験が相互理解や社会的つながりの形成にどのように寄与するかを検証したものである^[4]。ASDの人々は、対



人不安や他者理解の難しさから、友人関係の開始や維持に困難を抱えることが多い。一方で、友人関係は孤独感やストレスの軽減に寄与し、心理的健康を支える重要な要素である。したがって、ASDの人々が安心して他者と関わり、関係性を築くための新しい支援方法として、本取組みを実施した。この取組みの特徴は、参加者同士がペアになり、Moffuly-MS を使って「抱擁する側」と「抱擁される側」の役割を交代しながら相互に触れ合いを体験する形式である点である。ロボットの構造や通信システムは先述の取組みと同様である。

本取組みは6日間連続で実施され、参加者は毎日5分間の対話を行いながら途中で役割を交代した。条件はハグあり／ハグなしの被験者間計画で実施し、ハグあり条件では対話中にロボットの抱擁を提供した。一方、ハグなし条件では同様の動作をロボットが行うが、参加者はロボットに直接触れない距離を保った。

検証の結果、ハグあり条件では、6日間の介入を通して「相手に対する理解度」と「一体感」が有意に向上した。特に一体感については、ハグなし条件よりも高い改善が見られ、触れ合いを伴う対話が関係性の深まりに寄与する可能性が示唆された。また、セッション後の主観評価では、ハグあり条件の方が高いリラックス感が報告され、対人不安の軽減にも効果があることが示された。これらの知見は、抱擁型生命感CAによる双方向の触れ合い体験が、ASDの人々の友人関係の形成を促す1つの手掛かりとなることを示している。直接の身体接触に伴うリスクや抵抗感がある場面でも、ロボットを介することで安心して触れ合いを取り入れられるため、今後の社会的支援の1つの形として期待できる。今後は、より多様な参加者や長期的な介入を通じて、その効果の持続性や一般化可能性を更に検証する。

4. おわりに

以上を示した2つの取組みは、抱擁型生命感CAが、ASDの人々に対する心理的・社会的支援において、これまでにない新しい役割を果たすことを示している。2つの取組みに共通する点は、抱擁を介したロボットとのインタラクションが、ASDの人々の心理的安定や対人コミュニケーションの

促進に効果的に働くという点である。

また、抱擁型生命感CAは、人同士では難しい身体的接触を実現できるという利点を持ち、従来の支援方法では補いきれなかった領域をカバーする可能性を備えている。触れ合いがもたらす安心感を、遠隔環境や教育・福祉の現場において柔軟に活用できる点は、今後の社会的支援の形を大きく拡張するものである。

触れ合いをロボティクスに取り込み対話と統合することは、人と人、また、人とロボットの新しい関係性へと広げる試みである。本稿で紹介した取組みは、その可能性を示す初期的な成果であり、今後、より多様な利用者や支援課題に対して応用していく予定である。我々は、今後も抱擁型生命感CAを通じて人々の心に寄り添う新しいコミュニケーションの形を探求し、誰もが安心してつながれる未来の実現を目指して研究開発を進めていく。

参考文献

- [1] Ishiguro, H., Ogawa, K., Nakata, Y., Nakajima, M., Shiomi, M., Onishi, Y., Sumioka, H., Yoshikawa, Y., Sakai, K., Minato, T., Ishi, C. T. and Nakamura Y. (2025). Development of Cybernetic Avatars with Humanlike Presence and Lifelikeness. In: Ishiguro, H., Ueno, F., Tachibana, E. (eds) *Cybernetic Avatar*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-3752-9_2
- [2] Onishi, Y., Sumioka, H. and Shiomi, M. (2024). Moffuly-II: A Robot that Hugs and Rubs Heads. *International Journal of Social Robotics*, 16, 299–309. <https://doi.org/10.1007/s12369-023-01070-5>
- [3] Onishi, Y., Sumioka, H., Kumazaki, H. and Shiomi, M. (2024). Hug Therapy: The Use of a Hugging Robot Moffuly in Therapeutic Counseling for ASD. *ICRA2024 Workshop on 'Society of Avatar-Symbiosis through Social Field Experiments*.
- [4] Kumazaki, H., Onishi, Y., Sumioka, H. and Shiomi, M. (2025). Role-play-based hug-robot-mediated communication in promoting friendship among individuals with autism spectrum disorders. *Asian Journal of Psychiatry*, 112, 104704. <https://doi.org/10.1016/j.ajp.2025.104704>.